

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 9 4 9 9 7

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 4 月 8 日

(51) Int. Cl. ⁵
G02B 15/20
13/18

識別記号

庁内整理番号
9120-2K
9120-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 2 0 3 7 6 3
(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 7 月 27 日
(31) 優先権主張番号 特願平 4 - 2 2 2 2 9 2
(32) 優先日 平 4 (1992) 7 月 30 日
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

See App. pgs 1 & 2

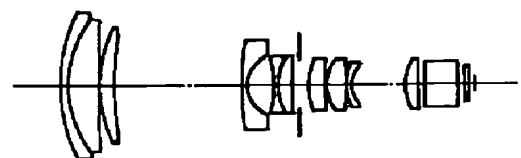
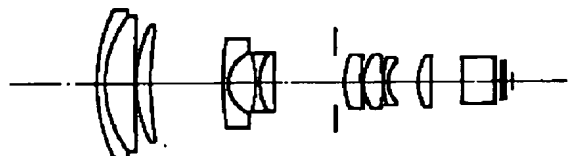
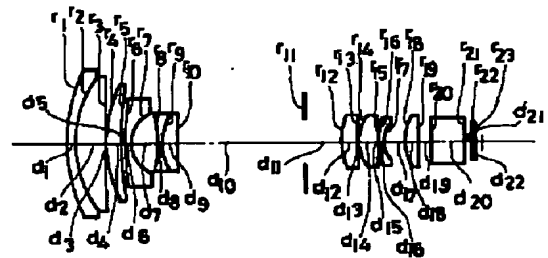
(71) 出願人 0 0 0 0 0 0 3 7 6
オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
(72) 発明者 柴田 広徳
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オ
リンパス光学工業株式会社内
(72) 発明者 石井 敦次郎
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オ
リンパス光学工業株式会社内
(74) 代理人 弁理士 向 寛二

(54) 【発明の名称】 高変倍で広角なズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、小型で構成枚数の少ない
広角で高変倍のズームレンズを提供することにある。

【構成】 本発明のズームレンズは正の屈折力でズー
ミング中固定の第 1 レンズ群と、負の屈折力でズーミ
ング中可動で変倍作用を有する第 2 レンズ群と、絞りと、
いずれも正の屈折力を有しズーミング中可動である第 3
レンズ群と第 4 レンズ群よりなり、第 3 レンズ群が広角
端よりも望遠端が物体側に位置するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体側から順に、正の屈折力を有しズーム中固定である第 1 レンズ群と、負の屈折力を有しズーム中可動で変倍作用を有する第 2 レンズ群と、明るさ絞りと、いずれも正の屈折力を有してズーム中可動である第 3 レンズ群と第 4 レンズ群とからなり、前記第 3 レンズ群は広角端よりも望遠端のほうが物体側に位置するレンズ系で次の条件 (1) を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$(1) \quad 0.5 < |x_{3r} - x_{3t}| / f_1 < 3$$

ただし f_1 は広角端における全系の焦点距離、 $|x_{3r} - x_{3t}|$ は第 3 レンズ群の広角端と望遠端との光軸上の位置の差である。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ビデオカメラ用に適しているズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ビデオカメラ用ズームレンズに対する要求が強くなっている。又従来より小型化に対する要求が強いが、更に高変倍比化や広角化への要望も増している。従来のビデオカメラ用ズームレンズで、上記のような要求を満足するものは僅かに特開平 3 - 2 1 5 8 1 0 号公報に記載されたズームレンズのみである。しかしこのズームレンズは、変倍比が 8 程度であり半画角が 56° 程度であり、高変倍比化や広角化に関して十分とは云えない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のズームレンズの構成では、一層の高変倍比化、広角化を達成することは出来ない。

【0004】本発明の目的は、小型で構成枚数が少なくしかも変倍比が 8 ~ 12 で画角が $2\omega = 65^\circ \sim 68^\circ$ の広角なズームレンズを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有しズーム中固定の第 1 レンズ群と、負の屈折力を有しズーム中可動で変倍作用を有する第 2 レンズ群と、明るさ絞りと、いずれも正の屈折力を有しズーム時可動の第 3 レンズ群、第 4 レンズ群とよりなり、第 3 レンズ群が広角端よりも望遠端のほうが物体側に位置するレンズ系で、次の条件 (1) を満足するものである。

$$(1) \quad 0.5 < |x_{3r} - x_{3t}| / f_1 < 3$$

ただし x_{3r} 、 x_{3t} は夫々広角端および望遠端における第 3 レンズ群の光軸上の位置で $|x_{3w} - x_{3t}|$ は第 3 レンズ群の広角端と望遠端の光軸上の位置の差である。又 f_w は広角端における全系の焦点距離である。

【0006】一般に正、負、正、正のレンズ群からなるいわゆる 4 群ズームレンズで、高変倍比化をはかるため

には、次のようにする。

【0007】その一つは、変倍群のパワーを強くすることによるが、その場合球面収差、コマ収差等が悪化するため高変倍化には限界がある。

【0008】また他の方法は、変倍群の移動距離を大にすることによるものであるが、この場合絞りより前の変倍部の移動距離が大になり、そのために第 1 レンズ群から絞りまでの距離が大になり、特に広角から標準画角までの領域においては第 1 レンズ群への軸外光線の入射光線高が高くなり前玉径が大になる。更に広角にしようとすると第 1 レンズ群への入射光線はますます高くなり、前玉径は更に大になる。

【0009】本発明のズームレンズは、第 3 レンズ群を可動にすると共に前記の条件 (1) を満足せしめることにより上記の欠点を解消した。即ち、絞りより像側の第 3 レンズ群を広角端から望遠端にかけて条件 (1) を満足するようにその光軸上の位置を物体側に位置させるようにしてこの第 3 レンズ群にも大きな変倍作用を持たせた。これにより第 2 レンズ群の変倍の際の移動量を小さく出来、絞りより前の前群の小型化を可能にした。

【0010】上記の条件 (1) の上限の 3 を越えると特に広角側において第 3 レンズ群への入射光線高が大きくなりすぎ収差補正が困難になる。又条件 (1) の下限の 0.5 を越えると小型化できず好ましくない。

【0011】第 3 レンズ群は、広角端から望遠端にかけて一方向に移動させ、又第 4 レンズ群は第 3 レンズ群とは独立に無限遠物点に対しては広角端よりも望遠端において第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の間隔が大になるように光軸上を移動させることが好ましい。それは、合焦時の繰り出し量が大きくなる望遠領域において第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の距離を大きく保つことが出来又スペースの有効利用が可能になり小型化に有利になるためである。

【0012】上記のように第 3 レンズ群の移動範囲を規定することにより本発明の目的を達成でき、更に第 4 レンズ群との関連した動きを工夫することにより一層高変倍比化、広画角化、小型化を達成出来るが、尚一層の高変倍比化、広角化のためには、次の条件 (2)、(3) を満足させることが望ましい。

$$(2) \quad 0.1 < |f_2| / f_1 < 0.4$$

$$(3) \quad 0.77 < f_4 / f_1 < 2$$

ただし f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 は夫々第 1 レンズ群、第 2 レンズ群、第 3 レンズ群、第 4 レンズ群の焦点距離である。

【0013】条件 (2) は、第 2 レンズ群と第 1 レンズ群の焦点距離の比を規定したのもである。つまり広角化するために第 1 レンズ群の焦点距離を長くし又第 2 レンズ群の焦点距離を短くすると、第 2 レンズ群より同一の射出角を持った主光線に対する第 1 レンズ群への入射光線の光軸に対する角度が大になり広画角に出来る。その

ため、条件 (2) の上限の 0. 4 を越えると広画角化に反することになり好ましくない。逆に条件 (2) の下限の 0. 1 を越えると第 2 レンズ群のパワーが強くなりすぎて負の像面湾曲、球面収差等が悪化し好ましくない。

【0014】上記条件 (2) に関してその上限を 0. 2 2 として下記の条件 (2') のようにすれば一層効果的である。

$$(2') \quad 0. 1 < |f_2| / f_1 < 0. 22$$

この条件 (2') のように第 2 レンズ群のパワーをより強くすることにより正の像面湾曲、正の球面収差等を良好に補正し得るので特に好ましい。

【0015】条件 (3) は、第 4 レンズ群と第 3 レンズ群の焦点距離の比に関するものである。レンズ系を高変倍比化するためには、第 3 レンズ群のパワーを強くすれば、第 3 レンズ群の移動量が同一の場合、より大きな変倍比になし得る。また第 3 レンズ群より射出するマージナル光線を光軸に対しほぼ平行なアフォーカル光線にすることによって、第 4 レンズ群の移動による収差変動を小さくすることが出来るので好ましい。

【0016】条件 (3) の上限の 2 を越えると第 3 レンズ群から射出する光線が収束光となるので好ましくなく、逆に下限の 0. 77 を越えるとレンズ系を小型化出来ないで好ましくない。

【0017】本発明において、レンズ系を更に小型にするには、特に撮像素子のサイズが小型化した場合、加工上凸レンズの縁肉厚や凹レンズの中肉厚を確保しようとするとレンズ系の全長に対するガラス部分の厚みが大になる。このようにガラス部分の厚みが大の時レンズの構成枚数を少なくすることは、可動レンズ群の移動スペースを大きく出来るので小型化にとって有利である。

$$(5) \quad 0. 5 < (r_{3SF} + r_{3SR}) / (r_{3SF} - r_{3SR}) < 5$$

ただし r_{3SF} および r_{3SR} は夫々前記の第 3 レンズ群中の負レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0023】条件 (5) は第 3 レンズ群の負レンズの形状を規定したものである。即ち、この負レンズを物体側の面よりも像側の面の曲率半径を小にして第 3 レンズ群全体の主点位置を物体側に位置させることによってバックフォーカスを短くすることが出来、それによりレンズ系の小型化が可能になる。条件 (5) の上限の 5 を越えると小型化にとっては好ましくなく又下限の 0. 5 を越えると像側の面の曲率半径が小になりすぎてこの面で発

$$(6) \quad -5 < (r_{4F} + r_{4R}) / (r_{4F} - r_{4R}) < 0. 1$$

ただし r_{4F} および r_{4R} は夫々第 4 レンズ群の正レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0026】条件 (6) は、第 4 レンズ群の正レンズの形状を規定するものである。この第 4 レンズ群は、主として第 2 レンズ群、第 3 レンズ群の移動にともなう像面の移動を補正する役割を果たすレンズ群である。この第 4 レンズ群の形状を条件 (6) のように定めることによ

【0018】本発明のレンズ系において、高変倍で広画角であって変倍全域にわたって収差変動が少なく、安定した高い結像性能を得るためには、第 2 レンズ群を物体側から順に像側に強い曲率の凹面を有する負レンズと、負レンズと、正レンズとの負負正の 3 枚のレンズにて構成し又 2 枚目の負レンズの物体側の面の曲率半径 r_{2FF} が次の条件 (4) を満足することが望ましい。

【0019】

$$(4) \quad -0. 36 < f_1 / r_{2FF} < 0. 20$$

ただし、 f_1 は広角端における全系の焦点距離である。

【0020】条件 (4) の上限の 0. 20 を越えると、変倍時の球面収差やコマ収差の変動が大きくなり易く望ましくない。また下限の -0. 36 を越えると変倍時の非点収差や歪曲収差の変動が大きくなり易く、特に画角周辺部で変動が大きくなり好ましくない。

【0021】又本発明のレンズ系において、上記の第 2 レンズ群中の正レンズの空気接触面、特に像側の空気接触面に光軸から周辺に向かうに従って負のパワーが弱くなる非球面を設けることが望ましい。それは、この正レンズに非球面を用いることにより画面中央から周辺まで良好な結像性能を有するレンズ系を得ることが出来るからである。

【0022】また、本発明のズームレンズにおいて、第 3 レンズ群の移動の際の収差変動を少なくすることが好ましい。そのために第 3 レンズ群を最も物体側に正レンズを有し、更に像側に強い凹面を向けた負レンズを含み、全体で 2 枚又は 3 枚にて構成し、特に前記の像側に強い凹面を向けた負レンズを下記の条件 (5) を満足するようにすることが望ましい。

生する負の諸収差、高次の収差の発生量が多くなり好ましくない。

【0024】また、第 3 レンズ群においても、正レンズの一部に光軸から周辺に向かうに従って正のパワーが弱くなるような非球面を用いることによって、第 3 レンズ群の移動による収差変動を極めて小さくすることが可能になる。

【0025】また第 4 レンズ群は、正レンズ 1 枚にて構成することが第 3 レンズ群と同様に小型化にとって有効である。そしてこの正レンズを次の条件 (6) を満足するようにすることが収差補正上好ましい。

って、この正レンズが第 3 レンズ群の像側の面の曲率半径の小さい面で発生する収差を打ち消す作用を持ち特に軸外収差を良好に補正し得る。

【0027】この条件の上限の 0. 1 を越えると、このレンズの物体側の面の曲率半径が大になりすぎ、これと向かい合う第 3 レンズ群の負レンズの曲率半径の小さい面で発生する諸収差を打ち消す作用が弱くなり結像性能

の向上にとって好ましくなく、又下限の-5を越えると第4レンズ群の像側の面で発生する外向性のコマ収差等が大になり画面周辺まで良好な性能が得られず好ましくない。

【0028】尚これらの非球面の形状は、下記の式にて表わされる。

$$x = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - p(y/r)^2}} + A_2 y^2 + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} \dots$$

$$f = 5.15 \sim 17 \sim 60, F/1.8 \sim 2.3 \sim 2.4, 2\omega = 64.6^\circ \sim 6^\circ$$

$r_1 = 36.0900$	$d_1 = 1.5000$	$n_1 = 1.84666$	$\nu_1 = 23.78$
$r_2 = 23.6260$	$d_2 = 5.4900$	$n_2 = 1.60311$	$\nu_2 = 60.70$
$r_3 = 409.8790$	$d_3 = 0.1500$		
$r_4 = 27.8260$	$d_4 = 2.6200$	$n_3 = 1.60311$	$\nu_3 = 60.70$
$r_5 = 73.0800$	$d_5 = D_1$		
$r_6 = 73.0800$	$d_6 = 1.0000$	$n_4 = 1.69680$	$\nu_4 = 55.52$
$r_7 = 6.6070$	$d_7 = 4.9300$		
$r_8 = -24.0550$	$d_8 = 0.8000$	$n_5 = 1.48749$	$\nu_5 = 70.20$
$r_9 = 13.1560$	$d_9 = 2.5500$	$n_6 = 1.80518$	$\nu_6 = 25.43$
$r_{10} = 45.9518$ (非球面)	$d_{10} = D_2$		
$r_{11} = \infty$ (絞り)	$d_{11} = D_3$		
$r_{12} = 14.4743$ (非球面)	$d_{12} = 2.9200$	$n_7 = 1.66524$	$\nu_7 = 55.12$
$r_{13} = 74.6400$	$d_{13} = 0.1500$		
$r_{14} = 8.8810$	$d_{14} = 3.6100$	$n_8 = 1.60311$	$\nu_8 = 60.70$
$r_{15} = -82.1610$	$d_{15} = 0.1700$		
$r_{16} = 16.4390$	$d_{16} = 0.8000$	$n_9 = 1.84666$	$\nu_9 = 23.78$
$r_{17} = 5.7390$	$d_{17} = D_4$		
$r_{18} = 11.5900$	$d_{18} = 2.4300$	$n_{10} = 1.69680$	$\nu_{10} = 55.52$
$r_{19} = 272.1140$	$d_{19} = D_5$		
$r_{20} = \infty$	$d_{20} = 6.0000$	$n_{11} = 1.54771$	$\nu_{11} = 62.83$
$r_{21} = \infty$	$d_{21} = 1.2100$		
$r_{22} = \infty$	$d_{22} = 0.7500$	$n_{12} = 1.48749$	$\nu_{12} = 70.20$
$r_{23} = \infty$			

非球面係数

(第10面)

$$P = 1.0000, A_2 = 0, A_4 = -0.90419 \times 10^{-4}, A_6 = -0.33074 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.17322 \times 10^{-7}, A_{10} = 0.57903 \times 10^{-10}$$

(第12面)

$$P = 1.0000, A_2 = 0, A_4 = -0.12676 \times 10^{-3}, A_6 = 40.73007 \times 10^{-6}$$

$$A_8 = -0.68593 \times 10^{-7}, A_{10} = 0.86365 \times 10^{-9}$$

$$f \quad 5.15 \quad 17 \quad 60$$

$$f = 3.65 \sim 10.32 \sim 29.2, F/1.8 \sim 2.1 \sim 2.9, 2\omega = 67.6^\circ \sim 9.2^\circ$$

$r_1 = 32.2988$	$d_1 = 1.0000$	$n_1 = 1.84666$	$\nu_1 = 23.78$
$r_2 = 20.4603$	$d_2 = 4.0845$	$n_2 = 1.60311$	$\nu_2 = 60.70$
$r_3 = 6546.0829$	$d_3 = 0.1500$		
$r_4 = 18.8069$	$d_4 = 2.4325$	$n_3 = 1.56384$	$\nu_3 = 60.69$
$r_5 = 52.0984$	$d_5 = D_1$		
$r_6 = 52.4371$	$d_6 = 0.7000$	$n_4 = 1.77250$	$\nu_4 = 49.66$

【0029】この式は、xを光軸方向にとり、yを光軸と直角方向にとったもので、rは光軸上での曲率半径、 A_2, A_4, A_6, \dots は非球面係数、pは円錐定数である。

【0030】

【実施例】次に本発明のズームレンズの各実施例を示す。

実施例1

$$D_1 \quad 0.800 \quad 13.142 \quad 23.030$$

$$D_2 \quad 23.730 \quad 11.388 \quad 1.500$$

$$D_3 \quad 6.140 \quad 1.500 \quad 1.500$$

$$D_4 \quad 3.980 \quad 5.625 \quad 9.780$$

$$D_5 \quad 2.370 \quad 5.365 \quad 1.210$$

$$|x_{3F} - x_{3T}| / f_F = 0.90, |f_2| / f_1 = 0.213$$

$$, f_4 / f_3 = 0.854, f_F / r_{22F} = -0.214,$$

$$(r_{3NF} + r_{3NR}) / (r_{3NF} - r_{3NR}) = 2.07$$

$$(r_{4F} + r_{4R}) / (r_{4F} - r_{4R}) = -1.09$$

【0031】実施例2

7	8
$r_7 = 4.8877$	$d_7 = 3.3502$
$r_8 = -24.3828$	$d_8 = 0.7000$
$r_9 = 8.9707$	$d_9 = 2.1000$
$r_{10} = 29.1234$ (非球面)	$d_{10} = D_2$
$r_{11} = \infty$ (絞り)	$d_{11} = D_3$
$r_{12} = 5.5910$ (非球面)	$d_{12} = 3.5000$
$r_{13} = -12.4801$ (非球面)	$d_{13} = 0.1500$
$r_{14} = 34.8847$	$d_{14} = 0.7464$
$r_{15} = 5.0104$	$d_{15} = D_4$
$r_{16} = 10.3129$	$d_{16} = 1.7000$
$r_{17} = -39.1480$	$d_{17} = D_5$
$r_{18} = \infty$	$d_{18} = 4.5000$
$r_{19} = \infty$	$d_{19} = 1.0000$
$r_{20} = \infty$	$d_{20} = 1.0000$
$r_{21} = \infty$	

非球面係数

(第10面)

 $P = 1.0000, A_2 = 0, A_4 = -0.27972 \times 10^{-3}, A_6 = 0.42085 \times 10^{-5}$
 $A_8 = -0.37506 \times 10^{-6}, A_{10} = 0$

(第12面)

 $P = 1.0000, A_2 = 0, A_4 = -0.62959 \times 10^{-3}, A_6 = -0.89037 \times 10^{-5}$
 $A_8 = 0.11052 \times 10^{-7}, A_{10} = 0$

(第13面)

 $P = 1.0000, A_2 = 0, A_4 = 0.82473 \times 10^{-3}, A_6 = -0.14364 \times 10^{-4}$
 $A_8 = 0.82645 \times 10^{-6}, A_{10} = 0$
 $f \quad 3.65 \quad 10.32 \quad 29.2$
 $D_1 \quad 0.500 \quad 9.276 \quad 13.782$
 $D_2 \quad 14.282 \quad 5.506 \quad 1.000$
 $D_3 \quad 6.670 \quad 5.155 \quad 1.000$
 $D_4 \quad 1.579 \quad 1.177 \quad 2.339$
 $D_5 \quad 1.864 \quad 3.780 \quad 6.773$
 $|x_{3F} - x_{3T}| / f_1 = 1.55, |f_2| / f_1 = 0.203$
 $f_4 / f_3 = 1.05, f_1 / r_{22F} = -0.150,$
 $(r_{3SF} + r_{3SR}) / (r_{3SF} - r_{3SR}) = 1.34$
 $(r_{4F} + r_{4R}) / (r_{4F} - r_{4R}) = -0.58$

【0032】実施例3

 $f = 3.65 \sim 10.32 \sim 29.2, F/1.8 \sim 2.0 \sim 2.8, 2\omega = 67.6^\circ \sim 9.2^\circ$
 $r_1 = 26.4187 \quad d_1 = 1.0000 \quad n_1 = 1.80518 \quad \nu_1 = 25.43$
 $r_2 = 17.1112 \quad d_2 = 4.4302 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$
 $r_3 = 109.0965 \quad d_3 = 0.1500$
 $r_4 = 17.9502 \quad d_4 = 2.1290 \quad n_3 = 1.58913 \quad \nu_3 = 61.18$
 $r_5 = 47.6496 \quad d_5 = D_1$
 $r_6 = 47.5915 \quad d_6 = 0.7000 \quad n_4 = 1.69680 \quad \nu_4 = 55.52$
 $r_7 = 4.2407 \quad d_7 = 2.4114$
 $r_8 = -32.9310 \quad d_8 = 0.7000 \quad n_5 = 1.60311 \quad \nu_5 = 60.70$
 $r_9 = 13.4892 \quad d_9 = 1.9600 \quad n_6 = 1.80518 \quad \nu_6 = 25.43$
 $r_{10} = 108.5932$ (非球面) $d_{10} = D_2$
 $r_{11} = \infty$ (絞り) $d_{11} = D_3$
 $r_{12} = 5.1939$ (非球面) $d_{12} = 2.9144 \quad n_7 = 1.58913 \quad \nu_7 = 61.18$
 $r_{13} = -19.8462$ (非球面) $d_{13} = 0.1333$
 $r_{14} = 13.7521 \quad d_{14} = 0.8978 \quad n_8 = 1.80518 \quad \nu_8 = 25.43$
 $r_{15} = 4.6304 \quad d_{15} = D_4$
 $r_{16} = 11.3044 \quad d_{16} = 1.9000 \quad n_9 = 1.58913 \quad \nu_9 = 61.18$
 $r_{17} = -20.2531 \quad d_{17} = D_5$
 $r_{18} = \infty \quad d_{18} = 4.5000 \quad n_{10} = 1.51633 \quad \nu_{10} = 64.15$
 $r_{19} = \infty \quad d_{19} = 1.0000$
 $r_{20} = \infty \quad d_{20} = 1.0000 \quad n_{11} = 1.48749 \quad \nu_{11} = 70.20$
 $r_{21} = \infty$

非球面係数

50 (第10面)

$P=1.0000$, $A_2=0$, $A_4=-0.57161 \times 10^{-3}$, $A_6=0.13706 \times 10^{-4}$

$A_8=-0.15716 \times 10^{-5}$, $A_{10}=0$

(第12面)

$P=1.0000$, $A_2=0$, $A_4=-0.78389 \times 10^{-3}$, $A_6=-0.13233 \times 10^{-4}$

$A_8=0.13610 \times 10^{-6}$, $A_{10}=-0.28642 \times 10^{-7}$

(第13面)

$P=1.0000$, $A_2=0$, $A_4=0.38932 \times 10^{-3}$, $A_6=-0.31639 \times 10^{-5}$

$A_8=0.38301 \times 10^{-6}$, $A_{10}=0$

$f \quad 3.65 \quad 10.32 \quad 29.2$

$D_1 \quad 0.500 \quad 9.122 \quad 13.812$

$D_2 \quad 14.312 \quad 5.690 \quad 1.000$

$D_3 \quad 6.890 \quad 5.124 \quad 1.000$

$D_4 \quad 1.850 \quad 1.738 \quad 3.028$

$D_5 \quad 2.177 \quad 4.055 \quad 6.889$

$|x_{3F}-x_{3T}|/f_F=1.61$, $|f_2|/f_1=0.204$

, $f_4/f_3=0.80$, $f_F/r_{22F}=-0.111$,

$(r_{3SF}+r_{3SR})/(r_{3SF}-r_{3SR})=2.02$

$(r_{4F}+r_{4R})/(r_{4F}-r_{4R})=-0.28$

ただし r_1, r_2, \dots は各レンズ面の曲率半径、 d_1, d_2, \dots は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、 n_1, n_2, \dots は各レンズの屈折率、 ν_1, ν_2, \dots は各レンズのアッベ数である。

【0033】これら実施例1～3は夫々図1～3に示す構成である。つまり実施例1は、第1レンズ群が物体側から順に、負のメニスカスレンズと、正のメニスカスレンズと、正のメニスカスレンズとの3枚のレンズからなり、第2レンズ群が物体側より順に、負のメニスカスレンズと、負レンズと正レンズとの接合レンズの3枚のレンズからなり、絞りを挟んで第3レンズ群が正レンズと

正レンズと負レンズの3枚のレンズからなり、第4レンズ群が正レンズ1枚からなっている。又実施例2, 3は、第1レンズ群と第2レンズ群とは実施例1と同様であるが、絞りを挟んでの第3レンズ群は正レンズと負レンズの2枚のレンズよりなっている。又第4レンズ群も実施例1と同じ構成である。又実施例1のレンズ系には、第2レンズ群の最も像側の面と第3レンズ群の最も物体側の面が夫々非球面になっている。実施例2, 3は、第2レンズ群の最も像側の面と第3レンズ群の第1レンズの両面の三つの面が非球面になっている。

【0034】尚実施例1の面 r_{20} ～面 r_{21} および実施例2, 3の面 r_{18} ～面 r_{21} は、フィルター等の光学部材である。

【0035】

【発明の効果】本発明のズームレンズは、変倍比が8～12、広角端での画角 (2ω) が $65^\circ \sim 68^\circ$ 程度、Fナンバーが1.8の広画角、高変倍比で明るいにもかかわらず、レンズ枚数が9～10枚と極めて少ない低コストで小型のズームレンズである。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の断面図

【図2】実施例2の断面図

【図3】実施例3の断面図

【図4】実施例1の広角端における収差曲線図

【図5】実施例1の中間焦点距離における収差曲線図

【図6】実施例1の望遠端における収差曲線図

【図7】実施例2の広角端における収差曲線図

【図8】実施例2の中間焦点距離における収差曲線図

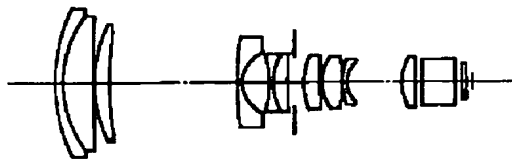
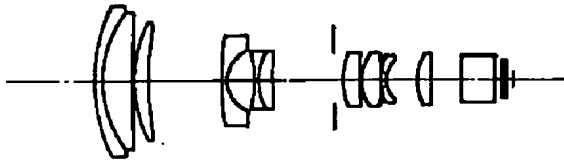
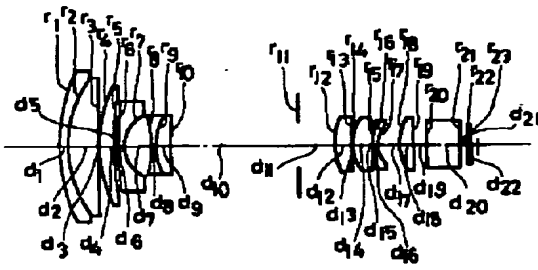
【図9】実施例2の望遠端における収差曲線図

30 【図10】実施例3の広角端における収差曲線図

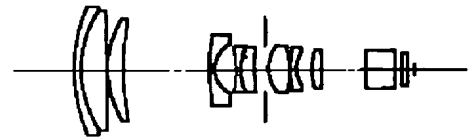
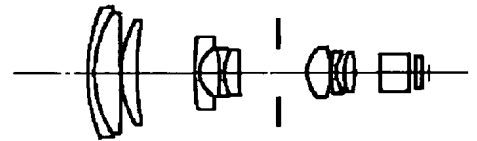
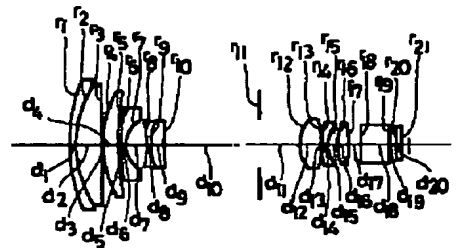
【図11】実施例3の中間焦点距離における収差曲線図

【図12】実施例3の望遠端における収差曲線図

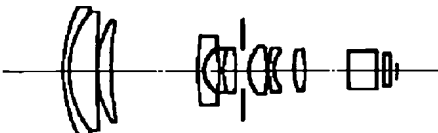
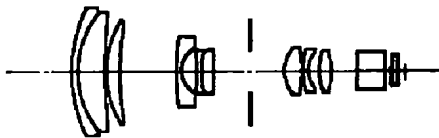
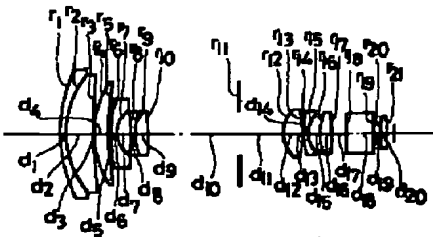
【図 1】



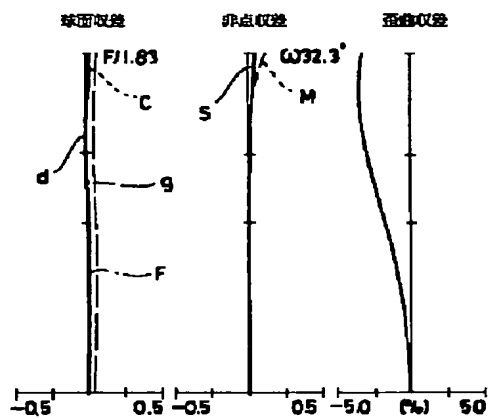
【図 2】



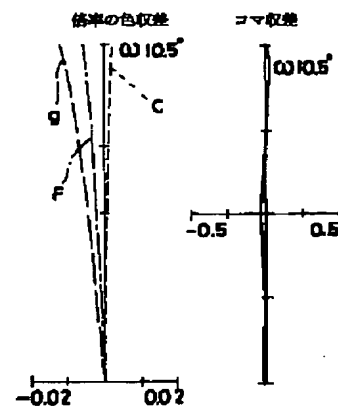
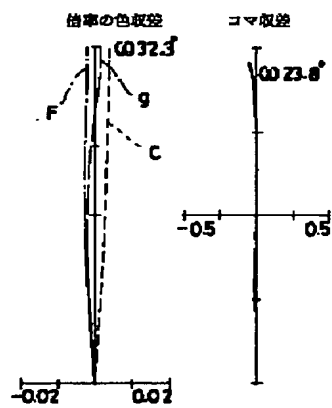
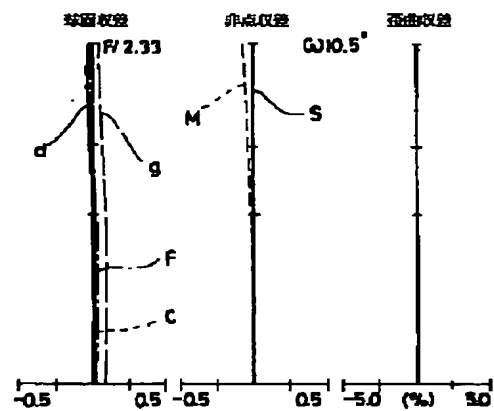
【図 3】



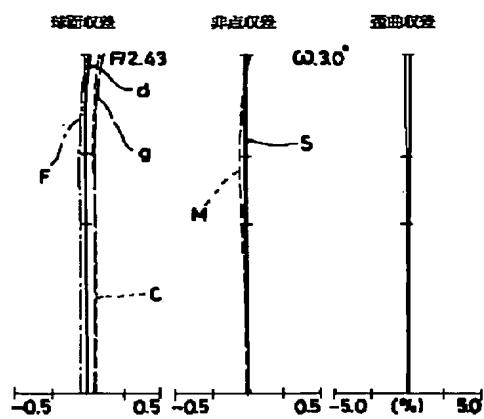
【図4】



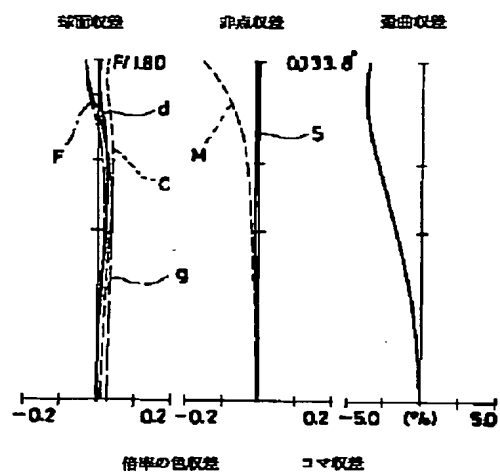
【図5】



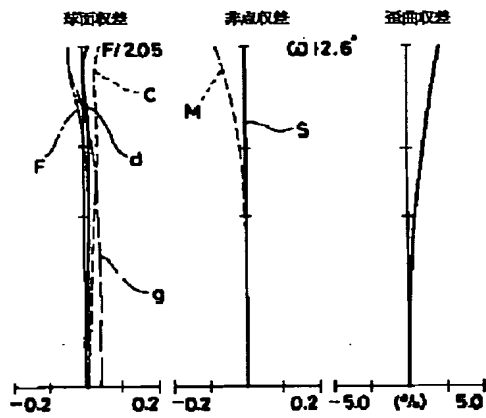
【図6】



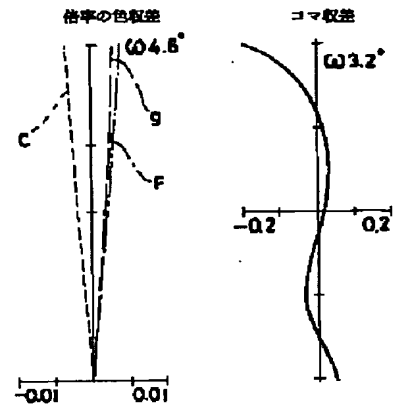
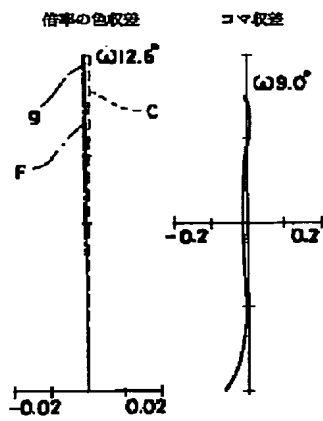
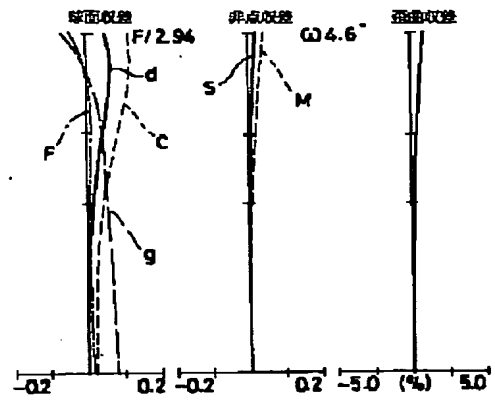
【図7】



【図8】



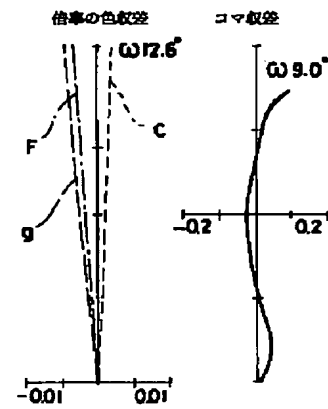
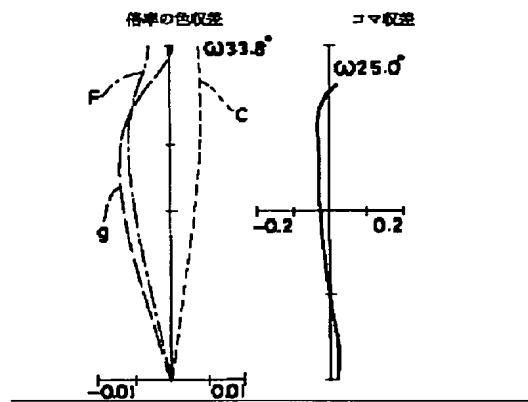
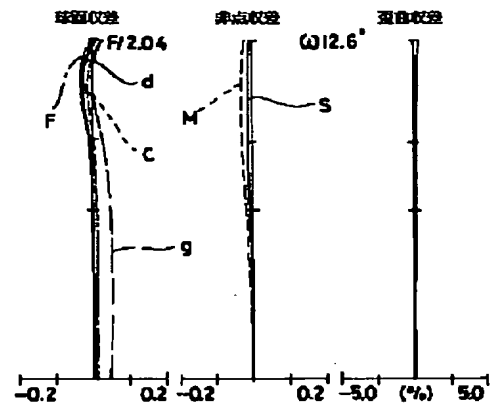
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

